

Chapitre 3: Présentation des protocoles de routage dynamique

Fatma Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - 2012/2013
2^{ème} année Ingénieur Info - ESTI

Plan

1. Présentation
 1. Comparaison avec routage statique
 2. Évolution protocole routage dynamique
 3. Définition et composants
 4. Fonctionnement
2. Classification
3. Convergence
4. Mesures
 1. Équilibrage de charge
5. Distance administrative

1. Présentation des protocoles de routage dynamique

- Utilisés pour faciliter l'échange d'informations de routage entre routeurs (surtout en cas de modification de topologie)
 - Permettent aux routeurs de partager de manière dynamique des informations sur les réseaux distants et d'ajouter automatiquement ces informations à leurs propres tables de routage
 - découverte automatique de nouveaux réseaux ➡ autres chemins en cas d'échec d'une liaison vers un réseau actif

1.1. Comparaison avec routage statique

- Routage statique principalement utilisé pour:
 - Faciliter maintenance tables de routage dans réseaux de petite taille non amenés à se développer de manière significative
 - Effectuer routage depuis et vers réseaux d'extrémité
 - Utiliser une seule route par défaut, servant à représenter un chemin vers tout réseau ne présentant aucune correspondance plus spécifique avec une autre route indiquée dans la table de routage

1.1. Comparaison avec routage statique

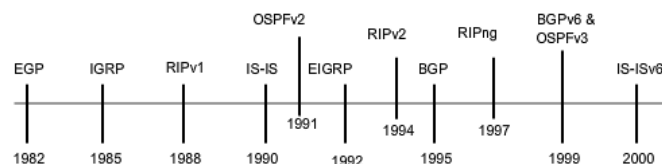
	Routage dynamique	Routage statique
Complexité de la configuration	Généralement indépendant de la taille du réseau	Augmente avec la taille du réseau
Connaissances d'administrateur requises	Connaissances avancées requises	Aucune connaissance supplémentaire n'est requise
Modifications apportées à la topologie	S'adapte automatiquement aux modifications apportées à la topologie	Intervention de l'administrateur requise
Évolutivité	Idéal pour les topologies simples et complexes	Idéal pour les topologies simples
Sécurité	Moins sécurisé	Plus sécurisé
Utilisation de la ressource	Utilise l'UC, la mémoire, la bande passante de la liaison	Aucune ressource supplémentaire n'est requise
Prévisibilité	La route dépend de la topologie actuelle	La route menant à la destination est toujours la même

F. Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - Ing Info 2

5

1.2. Evolution des protocoles dynamiques

- Utilisation depuis le début des années 80
 - Première version de RIP en 1982
- De nouveaux protocoles de routage à mesure de l'évolution et de la complexité des réseaux



F. Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - Ing Info 2

6

1.2. Evolution des protocoles dynamiques

- RIP (Routing Information Protocol): l'un des 1^{er} protocoles de routage
 - évolution à la version RIPv2
 - toujours pas adaptée aux grands réseaux.
- Développement de deux protocoles de routage avancés pour répondre aux besoins des réseaux plus importants :
 - OSPF (Open Shortest Path First)
 - IS-IS (Intermediate System-to-Intermediate System).
- Cisco ➡ protocoles IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) et EIGRP (Enhanced IGRP)
- Interconnexion et routage interréseaux différents ➡ utilisation BGP (Border Gateway Routing) entre FAI et entre des FAI et leurs clients privés plus importants pour échanger des informations de routage

1.2. Evolution des protocoles dynamiques

	Protocoles IGP (Interior Gateway Protocols)				Protocoles EGP (Exterior Gateway Protocols)
	Protocoles de routage à vecteur de distance	Protocoles de routage d'état des liaisons			Protocole BGP
Par classe	RIP	IGRP			EGP
Sans classe	RIPv2	EIGRP	OSPFv2	IS-IS	BGPv4
IPv6	RIPng	EIGRP pour IPv6	OSPFv3	IS-IS pour IPv6	BGPv4 pour IPv6

1.3. Définitions et composants

- Protocole de routage = ensemble de processus, algorithmes et messages utilisés pour échanger des informations de routage et construire la table de routage (= meilleurs chemins)
 - Permet d'effectuer les opérations suivantes :
 - Découverte des réseaux distants
 - Actualisation des informations de routage
 - Choix du meilleur chemin vers des réseaux de destination
 - Capacité à trouver un nouveau meilleur chemin si le chemin actuel n'est plus disponible
- Composants protocole de routage:
 - Structures des données - tables et/ou BD conservées dans mémoire vive
 - Algorithme - pour faciliter échange info de routage et déterminer le meilleur chemin d'accès
 - Messages - pour découvrir routeurs voisins, échanger infos de routage et autres tâches pour découvrir et gérer des info précises sur le réseau.

1.4. Fonctionnement

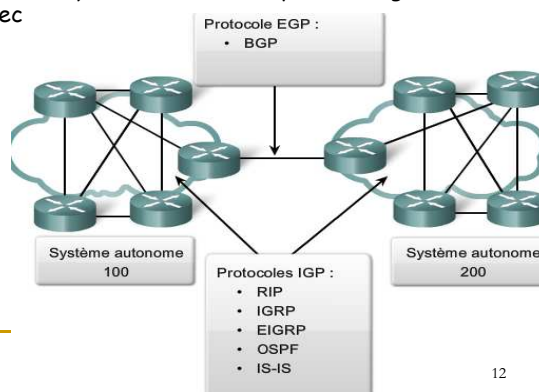
- Fonction = découvrir des réseaux distants et s'adapter rapidement en cas de modification de la topologie
- Méthode adoptée = f(algorithme, caractéristiques de fonctionnement)
- D'une manière générale:
 - Routeur envoie et reçoit messages de routage sur ses interfaces
 - Routeur partage messages et infos de routage avec d'autres routeurs qui utilisent le même protocole de routage
 - Routeurs échangent infos de routage pour découvrir des réseaux distants
 - Lorsqu'un routeur détecte une modification topologique, le protocole de routage peut l'annoncer aux autres routeurs

2. Classification

- Trois classifications possibles:
 - Internes et externes
 - Vecteur distance ou états des liaisons
 - Sans classe ou avec classes

2.1. Protocoles IGP et EGP

- Système autonome (SA), domaine de routage ↔ ensemble de routeurs avec administration commune (nombreux réseaux individuels appartenant à des entreprises, des établissements scolaires et autres institutions)
 - Protocoles **IGP** (*Interior Gateway Protocol*) utilisés pour routage interne du système autonome → même algorithme
 - Protocoles **EGP** (*Exterior Gateway Protocol*) utilisés pour routage entre systèmes autonomes → avec administrations distinctes



2.2. Vecteur distance et états des liaisons

- **Fonctionnement protocole de routage à vecteur de distance**
 - Routes exprimées en tant que vecteurs de distance et de direction
 - Distance définie en termes de mesure (nombre de sauts)
 - Direction = routeur de tronçon suivant ou interface de sortie
 - Généralement algorithme Bellman-Ford pour déterminer meilleur chemin
 - Pas de connaissance de la topologie exacte d'un réseau
 - Envoi régulier des tables de routage entières à tous les voisins connectés
 - Dans le cas des grands réseaux, mises à jour de routage gigantesques ➡ trafic important sur les liaisons
 - Particulièrement adaptés si:
 - Réseau simple, linéaire sans conception hiérarchique particulière
 - Administrateurs non suffisamment expérimentés pour configurer et dépanner les protocoles d'état des liaisons
 - Aucun problème même avec délais de convergence extrêmement longs

2.2. Vecteur distance et états des liaisons

- **Fonctionnement protocole de routage à états des liaisons**
 - Création de « vue complète » ou topologies du réseau en récupérant des informations provenant de tous les autres routeurs ➡ utilisation des informations d'état des liaisons pour créer une topologie et sélectionner le meilleur chemin vers tous les réseaux de destination de la topologie
 - Pas de mise à jour régulière ↔ après convergence, envoi des mises à jour d'état des liaisons uniquement en cas de modification de la topologie
 - Particulièrement adaptés si:
 - Réseau conçu de manière hiérarchique (grands réseaux)
 - Administrateurs avec bonne connaissance du protocole de routage d'état des liaisons
 - Réseaux pour lesquels une convergence rapide est primordiale

2.3. Par classe ou sans classe

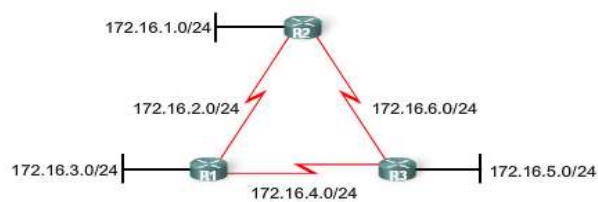
■ Protocole de routage par classe

- Pas d'envoi d'info sur masques de sous-réseau dans mises à jour de routage
 - masque déterminé en fonction du premier octet de l'adresse réseau
- Encore utilisés dans certains réseaux actuels qui ne prennent pas en charge les masques de sous-réseau de longueur variable (VLSM)
- Autre limite:
 - Incapacité à prendre en charge les réseaux discontinus.
- Ex: RIPv1 et IGRP.

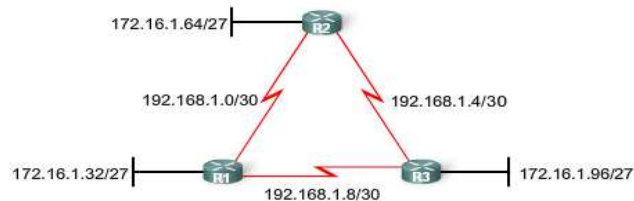
■ Protocole de routage sans classe

- Envoi d'info sur masques de sous-réseau avec adresses réseau dans mises à jour de routage
- Dans la plupart des réseaux actuels (VLSM)
- Ex:
 - RIPv2, EIGRP, OSPF, BGP

2.3. Par classe ou sans classe



Par classe : le masque de sous-réseau est identique dans toute la topologie



Sans classe : le masque de sous-réseau peut varier dans la topologie

3. Convergence

- Les tables de routage de tous les routeurs dans état de cohérence
 - Convergence réseau ↔ informations complètes et précises sur réseau chez tous les routeurs
- Temps de convergence ↔ temps nécessaire aux routeurs pour:
 - partager des informations
 - calculer les meilleurs chemins
 - mettre à jour leurs tables de routage
- Un réseau n'est pas complètement opérationnel tant qu'il n'a pas convergé. La plupart des réseaux nécessitent un bref temps de convergence.
- Convergence ↔ à la fois collaborative et indépendante
 - Partage d'informations entre routeurs, mais calcul chacun de leur côté de l'impact des modifications de topologie sur leurs propres routes
 - Développement accord avec nouvelle topologie de manière indépendante → routeurs convergent sur ce consensus

3. Convergence

- Propriétés de convergence ↔
 - Vitesse de propagation des informations de routage
 - Calcul des chemins optimaux
- Classement des protocoles de routage en fonction de leur vitesse de convergence :
 - Convergence rapide ↔ protocole de routage meilleur
 - Généralement:
 - RIP et IGRP ↔ temps de convergence élevé
 - EIGRP et OSPF ↔ plus rapides.

4. Mesures

- Découverte de plusieurs routes menant à la même destination ➡ sélection meilleur chemin ↔
 - Évaluation et différenciation des chemins disponibles ➡ utilisation de mesure
- Mesure = valeur utilisée par protocoles de routage pour affecter des coûts d'accès aux réseaux distants
 - Meilleur chemin en fonction de la route ayant la mesure la plus faible.
- Chaque protocole de routage ↔ sa propre mesure, non comparable à mesure utilisée par autre protocole
 - Deux protocoles de routage différents peuvent choisir des chemins différents vers une même destination en raison des mesures qu'ils utilisent
 - Nombre de sauts = mesure la plus facile à considérer

4. Mesures

- Exemple de mesures:
 - **Nombre de sauts** - Mesure simple qui compte le nombre de routeurs qu'un paquet doit traverser
 - **Bande passante** - Influence la sélection du chemin en préférant celui dont la bande passante est la plus élevée
 - **Charge** - Prend en considération l'utilisation d'une liaison spécifique en termes de trafic
 - **Délai** - Prend en considération le temps nécessaire à un paquet pour parcourir un chemin
 - **Fiabilité** - Évalue la probabilité d'échec d'une liaison, calculée à partir du nombre d'erreurs de l'interface ou des échecs précédents de la liaison
 - **Coût** - Valeur déterminée par l'IOS ou par l'administrateur réseau pour indiquer une route préférée. Le coût peut représenter une mesure, une combinaison de mesures ou une stratégie.

4. Mesures

- Protocole de routage RIP
- Mesure associée à une route particulière affichée avec `show ip route`
- Valeur mesure = seconde valeur entre crochets d'une entrée de la table de routage
 - R2 présente une route vers 192.168.8.0/24 duquel il est séparé par 2 sauts

```
R2#show ip route
(**résultat omis**)

Gateway of last resort is not set

R   192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0
C   192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0
C   192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C   192.168.4.0/24 is directly connected, Serial0/1
R   192.168.5.0/24 [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/1
R   192.168.6.0/24 [120/1] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0
                                     [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/1
R   192.168.7.0/24 [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/1
R   192.168.8.0/24 [120/2] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/1
```

4.1. équilibrage de charge

- Application si deux routes ou plus sont associées à la même destination avec la même mesure ↔ à coût égal
- Équilibrage de charge par paquet ou par destination ↔ détermination de la méthode adoptée par le processus de commutation pour procéder à un équilibrage de la charge des paquets entre les chemins à coût égal
- Exemple: `show ip route` ➡ réseau destination 192.168.6.0 disponible via 192.168.2.1 (Serial 0/0/0) et 192.168.4.1 (Serial 0/0/1).

```
R 192.168.6.0/24 [120/1] via 192.168.2.1, 00:00:24,
Serial0/0/0 [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/0/1
```

5. Distance administrative

- Routeur peut découvrir une route vers un même réseau à partir de plusieurs sources:
 - Route statique configurée pour le même réseau/masque de sous-réseau que celui qui a été découvert de manière dynamique par un protocole de routage dynamique, comme le protocole RIP
 - ↔ Routeur doit alors choisir la route à installer
 - Possibilité (moins fréquent-) de déployer plusieurs protocoles de routage dynamique sur le même réseau
 - Acheminement de la même adresse réseau en utilisant plusieurs protocoles de routage comme RIP et OSPF
- ➔ **Question:** Comment un routeur détermine-t-il la route à installer dans la table de routage lorsqu'il a découvert le même réseau à partir de plusieurs sources de routage ?

5. Distance administrative

- Distance administrative (AD) ↔ préférence d'une source de routage
 - Chaque source de routage (y compris les protocoles de routage spécifiques, les routes statiques et même les réseaux connectés directement) classée par ordre de priorité, du plus préférable au moins préférable, à l'aide d'une valeur de distance administrative
 - Routeurs Cisco ➔ distance administrative (AD) pour sélectionner le meilleur chemin lors de la découverte du même réseau de destination à partir d'au moins deux sources de routage différentes
- AD = une valeur entière comprise entre 0 et 255
 - Plus la valeur est faible, plus la source de la route est privilégiée
 - AD = 0 ↔ idéale (Réseau directement connecté)
 - AD = 255 ↔ routeur ne se fiera pas à la source de cette route et qu'elle ne sera pas installée dans la table de routage.
- Plus la distance administrative est faible, plus la route est fiable

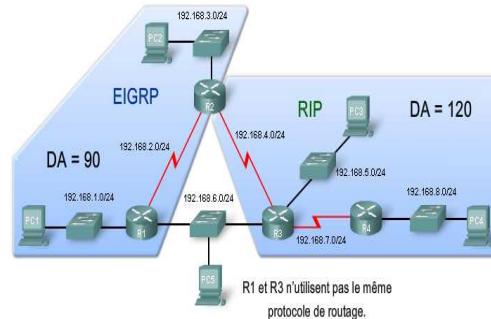
5. Distance administrative

- AD ↔ Première valeur entre crochets d'une entrée de la table de routage ➡

R2#show ip route
(**résultat omis**)

Gateway of last resort is not set

```
D 192.168.1.0/24 [90/2172416] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0/0
C 192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
C 192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C 192.168.4.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
R 192.168.5.0/24 [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:08, Serial0/0/1
D 192.168.6.0/24 [90/2172416] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0/0
R 192.168.7.0/24 [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:08, Serial0/0/1
R 192.168.8.0/24 [120/2] via 192.168.4.1, 00:00:08, Serial0/0/1
```



192.168.6.0/24 par R1 avec EIGRP
Et par R3 avec RIP
RIP AD= 120, mais EIGRP AD= 90
R2 ajoute route découverte par
EIGRP à table de routage et
transmet tous les paquets destinés
à 192.168.6.0/24 au routeur R1

F. Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - Ing Info 2

25

5. Distance administrative

- Si liaison vers R1 non disponible ➡ pas de route vers 192.168.6.0
 - Stockage route de RIP dans BD RIP

```
R2#show ip rip database
192.168.3.0/24 directly connected, FastEthernet0/0
192.168.4.0/24 directly connected, Serial0/0/1
192.168.5.0/24
[1] via 192.168.4.1, Serial0/0/1
192.168.6.0/24
[1] via 192.168.4.1, Serial0/0/1
192.168.7.0/24
[1] via 192.168.4.1, Serial0/0/1
192.168.8.0/24
[2] via 192.168.4.1, Serial0/0/1
```

Toutes les routes de RIP que R2 a découvertes

F. Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - Ing Info 2

26

5. Distance administrative

- Valeur par défaut des AD des routes statiques = 1
 - Après les réseaux directement connectés, dont la valeur par défaut de la distance administrative est de 0, les routes statiques sont la source de route privilégiée
- Pour protocoles dynamiques:

Origine de la route	Distance administrative
Connecté	0
Statique	1
Récapitulatif de routage du protocole EIGRP	5
Protocole BGP externe	20
EIGRP interne	90
Protocole IGRP	100
Protocole OSPF	110
Protocole de routage IS-IS	115
Protocole RIP	120
Protocole EIGRP externe	170
Protocole BGP interne	200

F. Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - Ing Info 2

27

5. Distance administrative

- Certaines situations, configuration route statique vers même destination découverte via un protocole de routage dynamique, mais en utilisant un chemin différent
 - Route statique configurée avec valeur AD > AD protocole de routage
 - Si échec liaison par chemin utilisé par protocole de routage dynamique, route entrée par protocole de routage supprimée de table de routage ↔ route statique seule source et ajoutée automatiquement à table de routage route statique flottante
- AD non indiquée dans sortie de la commande `show ip route` si configuration route statique avec interface de sortie

```

R2#show ip route
***résultat omis***
Gateway of last resort is not set

172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
C    172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
S    172.16.3.0 is directly connected, Serial0/0/0
C    192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
S    192.168.2.0/24 [1/0] via 192.168.1.1
  
```

```

R2#show ip route 172.16.3.0
Routing entry for 172.16.3.0/24
Known via "static", distance 1, metric 0 (connected)
Routing Descriptor Blocks:
* directly connected, via Serial0/0/0
  Route metric is 0, traffic share count is 1
  
```

AD non indiquée par défaut = 1 car Route statique (interface de sortie Et pas directement connecté)

5. Distance administrative

- Réseaux directement connectés ↔ apparition dans table de routage dès que @ IP de l'interface est configurée et que l'interface est activée et opérationnelle
 - AD = 0 ↔ source de routage privilégiée
 - Pas de meilleure route pour un routeur que d'avoir une de ses interfaces directement connectée à ce réseau → AD réseau directement connecté ne peut pas être modifiée et aucune autre source de route ne peut avoir une distance administrative de 0

5. Distance administrative

- **show ip protocols**
 - Toutes les informations pertinentes sur les protocoles de routage fonctionnant sur le routeur
 - AD entre autres

R2#show ip protocols

Routing Protocol is "eigrp 100 "

```
Outgoing update filter list for all interfaces is not set
Incoming update filter list for all interfaces is not set
Default networks flagged in outgoing updates
Default networks accepted from incoming updates
EIGRP metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
EIGRP maximum hopcount 100
EIGRP maximum metric variance 1
Redistributing: eigrp 100
Automatic network summarization is in effect
Automatic address summarization:
Maximum path: 4
Routing for Networks:
  192.168.2.0
  192.168.3.0
  192.168.4.0
```